

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-304906

(43)Date of publication of application : 02.11.2000

(51)Int.Cl.

G02B 3/00  
H01L 27/14  
H01L 31/0232  
H04N 5/335

(21)Application number : 11-116472

(71)Applicant : TOPPAN PRINTING CO LTD

(22)Date of filing : 23.04.1999

(72)Inventor : KOGA OSAMU  
ISHIMATSU TADASHI  
FUKUYOSHI KENZO

(54) MICROLENS ARRAY FOR SOLID-STATE IMAGE PICKUP ELEMENT AND SOLID-STATE IMAGE PICKUP ELEMENT USING THE SAME

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a microlens array which enhances the light receiving efficiency of the light receiving part of a solid-state image pickup element and enhances the sensitivity and image quality of a solid-state image pickup device.

SOLUTION: A light receiving part 12, a light shielding part 13, a flattening layer 14, a color filter layer 15 and an overcoat layer 16 are formed on a semiconductor substrate 11, a resin pattern layer is formed by using a positive type resist adjusted so as to ensure an extinction coefficient of  $0.57 \times 10^{-3}$  at 450 nm wavelength and convex microlenses 21 are formed by heating and softening the resin pattern layer at  $130^{\circ}\text{C}$  to obtain the objective solid-state image pickup element 10 with a microlens array 22. When a filling rate improving layer 31 having  $0.09\text{ }\mu\text{m}$  thickness is further formed on the microlenses 21 using an acrylic resin adjusted so as to ensure a refractive index of 1.45 at 450 nm wavelength, the objective solid-state image pickup element 20 with a microlens array 32 is obtained.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

**\* NOTICES \***

JPO and NCIPJ are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

[Claim(s)]

[Claim 1] The micro-lens array for solid state image pickup devices characterized by the extinction coefficient of the micro lens which constitutes said micro-lens array being  $1.82 \times 10$  to three or less on the wavelength of 450nm in the micro-lens array formed on the solid state image pickup device which has the light sensing portion arranged two-dimensional to the horizontal direction and the perpendicular direction.

[Claim 2] The micro-lens array for solid state image pickup devices according to claim 1 characterized by preparing a filling factor improvement layer in the front face of said micro lens.

[Claim 3] The micro-lens array for solid state image pickup devices according to claim 1 or 2 characterized by the refractive index of said filling factor improvement layer being 1.46 or less on the wavelength of 450nm.

[Claim 4] It is a micro-lens array for solid state image pickup devices given in any 1 term among claim 1 characterized by the range of the optical thickness of said filling factor improvement layer being 100-150nm on the wavelength of 450nm thru/or claim 3.

[Claim 5] The solid state image pickup device characterized by preparing the micro-lens array for solid state image pickup devices of a publication in any 1 term among claim 1 thru/or claim 4.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

JPO and NCIPJ are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the micro-lens array which raises especially the utilization effectiveness of light about the solid state image pickup device which prepared the micro-lens array.

[0002]

[Description of the Prior Art] Generally a light sensing portion and the charge transfer section are

prepared on a semi-conductor substrate, and the solid state image pickup device has the composition of transmitting the charge by which photoelectrical exchange was carried out by the light sensing portion to the charge transfer section. For this reason, 100% of field on a semi-conductor substrate cannot be used as a light sensing portion, but a micro lens 27 is arranged like drawing 6 R> 6 on the light sensing portion which consists of a photodiode arranged two-dimensional to horizontal and a perpendicular direction as an approach of raising the light-receiving effectiveness of a light sensing portion, and the sensibility of a solid state image pickup device is raised by making a light sensing portion 12 condense.

[0003] Drawing 6 is the fragmentary sectional view having shown typically the configuration of the conventional solid state image pickup device 30, and, for the semi-conductor substrate with which 11 consists of silicon, the light sensing portion which 12 becomes from a photodiode, and 13, as for an overcoat layer and 41, the protection-from-light section, the light filter layer for [ 14 ] color separation in a flattening layer and 15, and 16 are [ a micro lens and 42 ] micro-lens arrays.

[0004] It is condensed by the micro lens 41 and incidence of the incident light is carried out to a light sensing portion 12 through the overcoat layer 16, the light filter layer 15, and the flattening layer 14, according to the amount of incident light, it is changed into a charge and a charge transfer is carried out. The quantity of light which carried out incidence also on the protection-from-light section 13 at this time without all of incident light carrying out incidence on a light sensing portion 12, and carried out incidence on this protection-from-light section 13 is one factor which causes sensibility lowering of a solid state image pickup device without being changed into a charge.

[0005] In recent years, it is developed as solid state cameras, such as the increase of the number of pixels and the handicap movie (trade name) carried out of a solid state image pickup device, and a digital still camera. Although it is satisfactory if only the part whose number of pixels of a solid state image pickup device increased simply can enlarge solid state image pickup device \*\*\*\*\* optical system, the inclination of a miniaturization and lightweight-izing of this field is strong, and although the number of pixels increases, a solid state camera is in the same magnitude as the former, and the inclination miniaturized further.

[0006] If it is going to dedicate many numbers of pixels in a fixed dimension, pixel area must be made small and sensibility lowering and property lowering called saturation power sag will be caused. For this reason, it is necessary for a photodiode to raise the quantity of light which carries out incidence. However, the actual condition is a limitation's being controlling a lens configuration and location precision by the approach of forming the conventional micro-lens array, and being unable to expect effectiveness more than now from the improvement in sensibility. When the pixel pitch of a micro lens is 5 micrometers, specifically, it is a limitation that a diameter forms a 4.5-micrometer micro lens.

[0007] Moreover, although the organic resin of current photosensitivity is used as an ingredient of a micro lens, especially the optical absorption in a short wavelength region is large, the permeability of short wavelength falls and there is a problem which causes sensibility of a solid state image pickup device and deterioration of image quality with wavelength.

[0008]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] This invention was devised in view of the above-mentioned trouble, and aims at offering the micro-lens array and solid state image pickup device which can improve raising, and the sensibility and image quality of a solid state camera in the light-receiving effectiveness of the light sensing portion of a solid state image pickup device.

[0009]

[Means for Solving the Problem] In order to attain the above-mentioned technical problem in this invention, in the solid state image pickup device with which it comes to form a micro-lens array on the light sensing portion arranged two-dimensional to the horizontal direction and the perpendicular direction in claim 1, the extinction coefficient of the micro lens which constitutes said micro-lens array considers as the micro-lens array for solid state image pickup devices characterized by being  $1.8 \times 10$  to three or less, on the wavelength of 450nm first.

[0010] Moreover, in claim 2, it considers as the micro-lens array for solid state image pickup devices according to claim 1 characterized by preparing a filling factor improvement layer in the front face of said micro lens.

[0011] Moreover, in claim 3, it considers as the micro-lens array for solid state image pickup devices according to claim 1 or 2 characterized by the refractive index of said filling factor improvement layer being 1.46 or less on the wavelength of 450nm.

[0012] Moreover, in claim 4, it considers as the micro-lens array for solid state image pickup devices given in any 1 term among claim 1 characterized by the range of the optical thickness of said filling factor improvement layer being 100-150nm on the wavelength of 450nm thru/or claim 3.

[0013] It considers as the solid state image pickup device characterized by preparing the micro-lens array for solid state image pickup devices of a publication in any 1 term among claim 1 thru/or claim 4 in claim 5 further again.

[0014]

[Embodiment of the Invention] this invention persons inquired wholeheartedly that the above-mentioned technical problem should be solved, and as a result of investigating the relation between the extinction coefficient of organic resin, and permeability paying attention to the extinction coefficient (K) of the organic resin which forms the micro lens, when an extinction coefficient formed a micro lens by 1.82xten to three or less resin with wavelength (450nm), it became clear that permeability showed 85% or more on the blue peak sensibility wavelength of 450nm practically.

[0015] The result of having carried out simulation of the permeability to each wavelength of the various resin layers of 1.2-micrometer thickness from which an extinction coefficient (K) differs is shown in drawing 2. If a micro lens is formed using the resin which has 1.82xten to three or less extinction coefficient when permeability with a wavelength of 450nm is set up to 85% or more so that drawing 2 may also show, it turns out that it can contribute to the improvement in sensibility of a solid state image pickup device.

[0016] Moreover, if it can form by making the gap between micro lenses into zero in the case of a micro-lens array, condensing effectiveness can be improved, but when the variation in the processes (an ingredient, exposure optical system, process, etc.) which produce a micro lens is taken into consideration, 0.5 micrometers of the gap between micro lenses are a limitation. It found out that it was effective to form a filling factor improvement layer (transparence thin film layer) on the surface of a micro lens as an approach of bringing the gap between this micro lens close to zero.

[0017] The gap between micro lenses can be buried by forming this filling factor improvement layer, and the micro-lens array for solid state image pickup devices which made condensing effectiveness high more can be produced by it. Furthermore, the surface echo of a micro lens can be reduced, condensing effectiveness can be gathered synthetically, and it can contribute to the improvement in sensibility of a solid state image pickup device.

[0018] What is necessary is just to form by predetermined thickness using the ingredient of low refraction rather than the refractive index of a micro lens as a filling factor improvement layer, in order to reduce the surface echo of a micro lens. The surface reflection factor of a micro lens can be made 3% or less on the wavelength of 450nm by specifically preparing the filling factor improvement layer whose refractive index with a wavelength of 450nm is 1.46 or less and whose optical thickness (refractive-index x thickness) with a wavelength of 450nm is 100-150nm in the micro-lens front face which has 1.82xten to three or less extinction coefficient.

[0019] If the micro-lens array of this invention forms a micro lens with the ingredient which has 1.82xten to three or less extinction coefficient as explained above, although 85% or more of permeability is obtained on the wavelength of 450nm, a micro-lens simple substance A refractive index with a wavelength of 450nm on a micro-lens front face or less by 1.46 And by preparing the filling factor improvement layer whose optical thickness (refractive-index x thickness) with a wavelength of 450nm is 100-150nm While 85% or more of permeability is obtained on the wavelength of 450nm, the surface

reflection factor of a micro lens can be made 3% or less, the condensing effectiveness of a micro-lens array can be gathered synthetically, and it can contribute to the improvement in sensibility of a solid state image pickup device.

[0020]

[Example] An example explains this invention to a detail below. The fragmentary sectional view having shown typically the example 2 of the micro-lens array for solid state image pickup devices of this invention and a solid state image pickup device for the fragmentary sectional view having shown typically the example 1 of the micro-lens array for solid state image pickup devices of this invention and a solid state image pickup device in drawing 1 (a) in drawing 1 (b) is shown.

[0021] On the <example 1> semi-conductor substrate 11 with which the protection-from-light section 13 which consists of a light sensing portion 12 which consists of a photodiode, and aluminum first was formed, the acrylic resin solution was applied with the spinner and the flattening layer 14 of given thickness was formed.

[0022] Next, on the flattening layer 14, the photosensitive pigment solution was applied with the spinner, the photosensitive pigment layer of given thickness was formed, patterning processing was carried out, and the light filter of the Ishiki eye was formed on the light sensing portion. [0023] which repeated this process successively, formed the light filter of a two-color eye and three amorous glance, and formed the light filter layer 15 of three colors which consist of Red(s), Green(s), and Blue(s) Next, on the light filter layer 15, revolution spreading of the acrylic resin solution was carried out with the spinner, and the overcoat layer 16 of given thickness was formed.

[0024] Next, revolution spreading of the positive resist (product made from MER-354:JSR) adjusted on the overcoat layer 16 so that an extinction coefficient with a wavelength of 450nm might be beforehand set to  $0.57 \times 10^{-3}$  was carried out with the spinner, the sensitization layer was formed, pattern exposure was carried out, and the resin patterned layer of the predetermined size corresponding to a light sensing portion 12 was formed. Furthermore, by heating and softening this resin layer patterned layer at 130 degrees C, the convex lens-like micro lens 21 was formed and the solid state image pickup device 10 which has the micro-lens array 22 was obtained (refer to drawing 1 R) 1 (a)).

[0025] Here, the result of having measured the spectral transmittance of the sample which produced the above-mentioned micro-lens array 22 separately on the glass substrate of the same size is shown in drawing 3. Permeability with a wavelength of 450nm showed 88.5%, and the validity of claim 1 of this invention was checked.

[0026] Revolution spreading of the acrylic resin solution prepared so that a refractive index with a wavelength of 450nm might be beforehand set to 1.45 on the micro lens 21 obtained in the <example 2> example 1 was carried out with the spinner, and the solid state image pickup device 20 which has the micro-lens array 32 in which the filling factor improvement layer 31 of 0.09-micrometer thickness was formed was produced (refer to drawing 1 (b)).

[0027] By forming the filling factor improvement layer 31, the gap between micro lenses was able to be set to 0.2 micrometers, and was able to improve the optical filling factor of a lens from 76% to 90%.

[0028] The result of having measured the spectral transmittance of the sample which produced separately the micro-lens array 32 which formed the filling factor improvement layer 31 in the above-mentioned micro-lens 21 on the glass substrate of the same size is shown in drawing 4. Permeability with a wavelength of 450nm showed 90%, and 1.5 more% of improvement in permeability was found compared with the micro-lens array 22 of a micro-lens simple substance.

[0029] Furthermore, the result of having measured the spectral-reflectance property of the sample which produced separately the micro-lens array 32 which formed the filling factor improvement layer 31 in the above-mentioned micro lens 21 on the glass substrate of the same size is shown in drawing 5. The reflection factor with a wavelength of 450nm was able to show 2.4%, and was able to make it the reflection factor below one half compared with the micro-lens array 42 of the conventional micro-lens simple substance.

[0030] Revolution spreading of the positive resist (product made from JSR) adjusted on the overcoat layer 16 of the solid state image pickup device obtained in the <example of comparison> example 1 so that an extinction coefficient with a wavelength of 450nm might be beforehand set to  $1.94 \times 10^{-3}$  was carried out with the spinner, the sensitization layer was formed, pattern exposure was carried out, and the resin patterned layer of the predetermined size corresponding to a light sensing portion 12 was formed. Furthermore, by heating and softening this resin patterned layer at 130 degrees C, the convex lens-like micro lens 41 was formed and the solid state image pickup device 30 which has the micro-lens array 42 was obtained (refer to drawing 6 ).

[0031] Here, the result of having measured the spectral reflectance for the result of having measured the spectral transmittance of the sample which produced the above-mentioned micro-lens array 42 separately on the glass substrate of the same size, to drawing 7 is shown in drawing 8 , respectively. Permeability with a wavelength of 450nm showed 84.5%, and was not able to carry out clear [ of the 85% of a target ]. The reflection factor with a wavelength of 450nm was 4.9%.

[0032] Finally, patterning processing of the resin layer formed on the terminal electrode of a solid state image pickup device was carried out by the well-known dry etching method, the solid state image pickup devices 10 and 20 shown in drawing 1 (a) and (b) were produced, and it was checked that photoelectric conversion efficiency is improving compared with the conventional solid state image pickup device 30.

[0033]

[Effect of the Invention] If the micro lens which has 1.82xten to three or less extinction coefficient on the wavelength of 450nm is used as described above, at least 85% or more of permeability is obtained, and it can contribute to the improvement in sensibility of a solid state image pickup device. Furthermore, by forming a restoration improvement layer on a micro lens, the gap between micro lenses is buried and the micro-lens array for solid state image pickup devices which made condensing effectiveness high more can be formed, and since reduction of a surface echo of a micro lens and improvement in permeability can be performed, it can contribute to the improvement in sensibility of a solid state image pickup device, and the miniaturization of a solid state camera.

---

[Translation done.]

#### \* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

#### DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] (a) is the fragmentary sectional view having shown typically the example 1 of the micro-lens array for solid state image pickup devices of this invention, and a solid state image pickup device. (b) is the fragmentary sectional view having shown typically the example 2 of the micro-lens array for solid state image pickup devices of this invention, and a solid state image pickup device.

[Drawing 2] It is the explanatory view showing the result of having carried out simulation of the permeability to each wavelength of the various resin layers of 1.2-micrometer thickness from which an

extinction coefficient (K) differs.

[Drawing 3] It is the explanatory view showing the spectral transmittance property of the micro-lens array for solid state image pickup devices of an example 1.

[Drawing 4] It is the explanatory view showing the spectral transmittance property of the micro-lens array for solid state image pickup devices of an example 2.

[Drawing 5] It is the explanatory view showing the spectral-reflectance property of the micro-lens array for solid state image pickup devices of an example 2.

[Drawing 6] It is the fragmentary sectional view having shown typically the conventional micro-lens array for solid state image pickup devices and a conventional solid state image pickup device.

[Drawing 7] It is the explanatory view showing the spectral transmittance property of the micro-lens array for solid state image pickup devices of the former (example of a comparison).

[Drawing 8] It is the explanatory view showing the spectral-reflectance property of the micro-lens array for solid state image pickup devices of the former (example of a comparison).

[Description of Notations]

10, 20, 30 .... Solid state image pickup device

11 .... Semi-conductor substrate

12 .... Light sensing portion

13 .... Protection-from-light section

14 .... Flattening layer

15 .... Light filter layer

16 .... Overcoat layer

21, 41 .... Micro lens

22, 32, 42 .... Micro-lens array

31 .... Filling factor improvement layer

---

[Translation done.]

(51) Int.Cl.<sup>7</sup> 識別記号  
G 0 2 B 3/00  
H 0 1 L 27/14  
31/0232  
H 0 4 N 5/335

F I テーコード(参考)  
G 0 2 B 3/00 A 4 M 1 1 8  
H 0 4 N 5/335 V 5 C 0 2 4  
H 0 1 L 27/14 D 5 F 0 8 8  
31/02 D

審査請求 未請求 請求項の数5 O L (全6頁)

(21) 出願番号 特願平11-116472

(22) 出願日 平成11年4月23日(1999.4.23)

(71) 出願人 000003193

凸版印刷株式会社  
東京都台東区台東1丁目5番1号

(72) 発明者 古賀 修

東京都台東区台東1丁目5番1号 凸版印刷株式会社内

(72) 発明者 石松 忠

東京都台東区台東1丁目5番1号 凸版印刷株式会社内

(72) 発明者 福吉 健蔵

東京都台東区台東1丁目5番1号 凸版印刷株式会社内

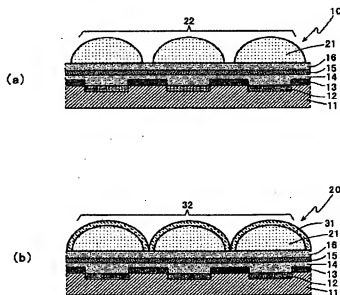
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 固体撮像素子用マイクロレンズアレイ及びそれを用いた固体撮像素子

## (57) 【要約】

【課題】 固体撮像素子の受光部の受光効率を上げ、固体撮像素子の感度や画質を向上できるマイクロレンズアレイ及び固体撮像素子を提供することを目的とする。

【解決手段】 半導体基板11に受光部12、遮光部13、平坦化層14、カラーフィルター層15及びオーバーコート層16を形成し、あらかじめ波長450nmでの消光係数が $0.57 \times 10^{-3}$ になるように調整されたポジ型レジスト(JSR(株)製)にて樹脂パターン層を形成し、130℃で加熱・軟化させることにより凸レンズ状のマイクロレンズ21及びマイクロレンズアレイ22を有する固体撮像素子10を得る。さらに、マイクロレンズ21上に、あらかじめ波長450nmでの屈折率が1.45になるように調合されたアクリル系樹脂にて0.09μm厚の充填率改善層31を形成したマイクロレンズアレイ32を有する固体撮像素子20を得る。





(2)

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 水平方向と垂直方向に二次元的に配置された受光部を有する固体撮像素子上に形成されたマイクロレンズアレイにおいて、前記マイクロレンズアレイを構成しているマイクロレンズの消費係数が波長450nmで $1.82 \times 10^{-3}$ 以下であることを特徴とする固体撮像素子用マイクロレンズアレイ。

【請求項2】 前記マイクロレンズの表面に充填率改善層を設けたことを特徴とする請求項1に記載の固体撮像素子用マイクロレンズアレイ。

【請求項3】 前記充填率改善層の屈折率が波長450nmで1.46以下であることを特徴とする請求項1又は2に記載の固体撮像素子用マイクロレンズアレイ。

【請求項4】 前記充填率改善層の光学膜厚が波長450nmで100～150nmの範囲であることを特徴とする請求項1ないし請求項3のうちいずれか一項に記載の固体撮像素子用マイクロレンズアレイ。

【請求項5】 請求項1ないし請求項4のうちいずれか一項に記載の固体撮像素子用マイクロレンズアレイを設けたことを特徴とする固体撮像素子。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明はマイクロレンズアレイを設けた固体撮像素子に関し、特に光の利用効率を向上させるマイクロレンズアレイに関する。

【0002】

【従来の技術】 固体撮像素子は、一般に半導体基板上に受光部と電荷転送部とが設けられ、受光部で光電交換された電荷を電荷転送部に転送する構成となっている。このため、半導体基板上の100%の領域を受光部とすることができず、受光部の受光効率を向上させる方法として、水平方向、垂直方向に二次元的に配置されたフォトダイオードからなる受光部上にマイクロレンズ27を図6のように配置し、受光部12に集光させることで、固体撮像素子の感度を向上させている。

【0003】 図6は従来の固体撮像素子30の構成を模式的に示した部分断面図であり、11はシリコンからなる半導体基板、12はフォトダイオードからなる受光部、13は遮光部、14は平坦化層、15は色分解用のカラーフィルター層、16はオーバーコート層、41はマイクロレンズ、42はマイクロレンズアレイである。

【0004】 入射光はマイクロレンズ41で集光され、オーバーコート層16、カラーフィルター層15及び平坦化層14を通り受光部12に入射し、入射光量に応じて電荷に変換され電荷転送される。このとき、入射光の全部が受光部12上に入射しないで遮光部13上にも入射し、この遮光部13上に入射した光量は電荷に変換されないで、固体撮像素子の感度低下を招く一因になっている。

【0005】 近年、固体撮像素子の画素数を増やしたハ

ンディームヴィー（商品名）やデジタル・ステル・カメラ等の固体撮像装置として展開されている。単純に固体撮像素子の画素数が増えた分だけ固体撮像素子含めた光学系を大きくできれば問題ないが、この分野は小型化、軽量化の傾向は強く、画素数は増えるが固体撮像装置は従来と同じ大きさか、さらに小型化される傾向にある。

【0006】 一定の寸法内に多くの画素数を納めようとするれば、画素面積を小さくしなければならず、感度低下や飽和出力電圧低下といった特性低下を招くことになる。このためフォトダイオードに入射する光量を高めることが必要になってくる。しかしながら、従来のマイクロレンズアレイを形成する方法ではレンズ形状及び位置精度を制御するのに限界があり、感度向上に今以上の効果を期待できないのが現状である。具体的には、マイクロレンズの画素ピッチが5μmの場合直径は4.5μmのマイクロレンズを形成するのに限界である。

【0007】 また、マイクロレンズの材料として現在感光性の有機樹脂を使用しているが、特に短波長域での光吸収が大きく、短波長の透過率が低下して、波長により固体撮像素子の感度や画質の低下を起こしたりする問題がある。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】 本発明は上記問題点を鑑み考案されたもので、固体撮像素子の受光部の受光効率を上げ、固体撮像装置の感度や画質を向上できるマイクロレンズアレイ及び固体撮像素子を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】 本発明に於いて上記課題を達成するために、まず請求項1においては、水平方向と垂直方向に二次元的に配置された受光部上にマイクロレンズアレイが形成されてなる固体撮像素子において、前記マイクロレンズアレイを構成しているマイクロレンズの消費係数が波長450nmで $1.82 \times 10^{-3}$ 以下であることを特徴とする固体撮像素子用マイクロレンズアレイとしたものである。

【0010】 また、請求項2においては、前記マイクロレンズの表面に充填率改善層を設けたことを特徴とする請求項1に記載の固体撮像素子用マイクロレンズアレイとしたものである。

【0011】 また、請求項3においては、前記充填率改善層の屈折率が波長450nmで1.46以下であることを特徴とする請求項1又は2に記載の固体撮像素子用マイクロレンズアレイとしたものである。

【0012】 また、請求項4においては、前記充填率改善層の光学膜厚が波長450nmで100～150nmの範囲であることを特徴とする請求項1ないし請求項3のうちいずれか一項に記載の固体撮像素子用マイクロレンズアレイとしたものである。

【0013】 さらにまた、請求項5においては、請求項

(3)

1ないし請求項4のうちいずれか一項に記載の固体撮像素子用マイクロレンズアレイを設けたことを特徴とする固体撮像素子としたものである。

【0014】

【発明の実施の形態】本発明者らは上記課題を解決べく鋭意検討を行い、マイクロレンズを形成している有機樹脂の消光係数(K)に着目し、有機樹脂の消光係数と透過率との関係調べた結果、消光係数が波長(450nm)で $1.82 \times 10^{-3}$ 以下の樹脂でマイクロレンズを形成した場合実用上ブルーのピーク感度波長450nmで透過率が85%以上を示すことが判明した。

【0015】消光係数(K)の異なる $1.2 \mu\text{m}$ 厚の各種樹脂層の各波長に対する透過率をシミュレーションした結果を図2に示す。図2からも分かるように、波長450nmでの透過率を85%以上に設定した場合 $1.82 \times 10^{-3}$ 以下の消光係数を有する樹脂を使ってマイクロレンズを形成すれば、固体撮像素子の感度向上に寄与できることが分かる。

【0016】また、マイクロレンズアレイの場合マイクロレンズ間のギャップをゼロにして形成できれば集光効率を向上できるが、マイクロレンズを製作するプロセス(材料、露光光学系、プロセス等)のパラツキを考慮するとマイクロレンズ間のギャップは $0.5 \mu\text{m}$ が限界である。このマイクロレンズ間のギャップをゼロに近づける方法としてマイクロレンズの表面に充填率改善層(透明薄膜層)を形成することが有効であることを見いだした。

【0017】この充填率改善層を形成することで、マイクロレンズ間のギャップを埋めることができ、より集光効率を高くした固体撮像素子用のマイクロレンズアレイを製作できる。さらに、マイクロレンズの表面反射を低減でき、総合的に集光効率を上げることができ、固体撮像素子の感度向上に寄与できる。

【0018】マイクロレンズの表面反射を低減するには、充填率改善層としてマイクロレンズの屈折率よりも低屈折の材料を用い、所定の膜厚で形成すればよい。具体的には、 $1.82 \times 10^{-3}$ 以下の消光係数を有するマイクロレンズ表面に波長450nmでの屈折率が1.46以下で、且つ波長450nmでの光学膜厚(屈折率 $\times$ 膜厚)が $100 \sim 150 \text{ nm}$ である充填率改善層を設けることにより、波長450nmでマイクロレンズの表面反射率を3%以下にすることができ。

【0019】以上説明したように本発明のマイクロレンズアレイは $1.82 \times 10^{-3}$ 以下の消光係数を有する材料でマイクロレンズを形成してやればマイクロレンズ単位でも波長450nmで85%以上の透過率が得られるが、マイクロレンズ表面に波長450nmでの屈折率が1.46以下で、且つ波長450nmでの光学膜厚(屈折率 $\times$ 膜厚)が $100 \sim 150 \text{ nm}$ である充填率改善層を設けることにより、波長450nmで85%以上の透

過率が得られると同時に、マイクロレンズの表面反射率を3%以下にすることができ、総合的にマイクロレンズアレイの集光効率を上げることができ、固体撮像素子の感度向上に寄与できる。

【0020】

【実施例】以下実施例により本発明を詳細に説明する。

図1(a)に本発明の固体撮像素子用マイクロレンズアレイ及び固体撮像素子の実施例1を模式的に示した部分断面図を、図1(b)に本発明の固体撮像素子用マイクロレンズアレイ及び固体撮像素子の実施例2を模式的に示した部分断面図をしめす。

【0021】<実施例1>まず、フォトダイオードからなる受光部12及びアルミニウムからなる遮光部13が形成された半導体基板11上にアクリル系樹脂溶液をスピナーで塗布し、所定厚の平坦化層14を形成した。

【0022】次に、平坦化層14上に、感光性顔料溶液をスピナーで塗布し、所定厚の感光性顔料層を形成し、パターンニング処理して、受光部上に一色目のカラーフィルターを形成した。順次この工程を繰り返し、二色目、三色目のカラーフィルターを形成し、Red、Green、Blueからなる3色のカラーフィルター層15を形成した。

【0023】次に、カラーフィルター層15上にアクリル系樹脂溶液をスピナーで回転塗布し、所定厚のオーバーコート層16を形成した。

【0024】次に、オーバーコート層16上に、あらかじめ波長450nmでの消光係数が $0.57 \times 10^{-3}$ になるように調整されたポジ型レジスト(MER-354:JSR(株)製)をスピナーで回転塗布し、感光層を形成し、パターン露光して受光部12に対応した所定サイズの樹脂パターン層を形成した。さらに、この樹脂層パターン層を $130^\circ\text{C}$ で加熱・軟化させることにより凸レンズ状のマイクロレンズ21を形成し、マイクロレンズアレイ22を有する固体撮像素子10を得た(図1(a)参照)。

【0025】ここで、上記マイクロレンズアレイ22を同一サイズのガラス基板上に別途作製したサンプルの分光透過率を測定した結果を図3に示す。波長450nmでの透過率は88.5%を示し、本発明の請求項1の妥当性が確認された。

【0026】<実施例2>実施例1で得られたマイクロレンズ21上に、あらかじめ波長450nmでの屈折率が1.45になるように調合されたアクリル系樹脂溶液を、スピナーで回転塗布し、 $0.09 \mu\text{m}$ 厚の充填率改善層31を形成したマイクロレンズアレイ32を有する固体撮像素子20を作製した(図1(b)参照)。

【0027】充填率改善層31を形成することにより、マイクロレンズ間のギャップは $0.2 \mu\text{m}$ になり、レンズの光学的充填率を76%から90%に向上することができた。

(4)

【0028】上記マイクロレンズ21に充填率改善層31を形成したマイクロレンズアレイ32を同一サイズのガラス基板上に別途作製したサンプルの分光透過率を測定した結果を図4に示す。波長450nmでの透過率は90%を示し、マイクロレンズ単体のマイクロレンズアレイ22に比べて更に1.5%の透過率向上が見られた。

【0029】さらに、上記マイクロレンズ21に充填率改善層31を形成したマイクロレンズアレイ32を同一サイズのガラス基板上に別途作製したサンプルの分光反射率特性を測定した結果を図5に示す。波長450nmでの反射率は2.4%を示し、従来のマイクロレンズ単体のマイクロレンズアレイ42に比べて半分以下の反射率にすることができた。

【0030】＜比較例＞実施例1で得られた固体撮像素子のオーバーコート層16上に、あらかじめ波長450nmでの消費係数が $1.94 \times 10^{-3}$ になるように調整されたボジ型レジスト(JSR(株)製)をスピナーで回転塗布し、感光層を形成し、パターン露光して受光部12に対応した所定サイズの樹脂パターン層を形成した。さらに、この樹脂パターン層を130℃で加熱・軟化させることにより凸レンズ状のマイクロレンズ41を形成し、マイクロレンズアレイ42を有する固体撮像素子30を得た(図6参照)。

【0031】ここで、上記マイクロレンズアレイ42を同一サイズのガラス基板上に別途作製したサンプルの分光透過率を測定した結果を図7に、分光反射率を測定した結果を図8にそれぞれ示す。波長450nmでの透過率は84.5%を示し、目標の85%をクリアできなかった。波長450nmでの反射率は4.9%であった。

【0032】最後に、固体撮像素子の端子電極上に形成された樹脂層を、公知のドライエッチング法でパターニング処理し、図1(a)及び(b)に示す固体撮像素子10及び20を作製し、従来の固体撮像素子30に比べて光電変換効率が向上しているのが確認された。

【0033】

【発明の効果】上記したように、波長450nmで、 $8.2 \times 10^{-3}$ 以下の消費係数を有するマイクロレンズを使用すれば少なくとも85%以上の透過率が得られ、固

体撮像素子の感度向上に寄与できる。さらに、マイクロレンズ上に充填率改善層を形成することにより、マイクロレンズ間のギャップを埋めて、より集光効率を高くした固体撮像素子用マイクロレンズアレイを形成でき、マイクロレンズの表面反射の低減、且つ透過率の向上ができるため固体撮像素子の感度向上及び固体撮像装置の小型化に寄与できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】(a)は、本発明の固体撮像素子用マイクロレンズアレイ及び固体撮像素子の実施例1を模式的に示した部分断面図である。(b)は、本発明の固体撮像素子用マイクロレンズアレイ及び固体撮像素子の実施例2を模式的に示した部分断面図である。

【図2】消費係数(K)の異なる $1.2\mu\text{m}$ 厚の各種樹脂層の各波長に対する透過率をシミュレーションした結果を示す説明図である。

【図3】実施例1の固体撮像素子用マイクロレンズアレイの分光透過率特性を示す説明図である。

【図4】実施例2の固体撮像素子用マイクロレンズアレイの分光透過率特性を示す説明図である。

【図5】実施例2の固体撮像素子用マイクロレンズアレイの分光反射率特性を示す説明図である。

【図6】従来の固体撮像素子用マイクロレンズアレイ及び固体撮像素子を模式的に示した部分断面図である。

【図7】従来(比較例)の固体撮像素子用マイクロレンズアレイの分光透過率特性を示す説明図である。

【図8】従来(比較例)の固体撮像素子用マイクロレンズアレイの分光反射率特性を示す説明図である。

【符号の説明】

10、20、30……固体撮像素子

11……半導体基板

12……受光部

13……遮光部

14……平坦化層

15……カラーフィルター層

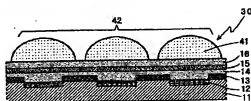
16……オーバーコート層

21、41……マイクロレンズ

22、32、42……マイクロレンズアレイ

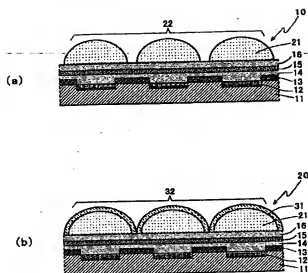
31……充填率改善層

【図6】

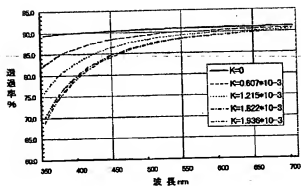


(5)

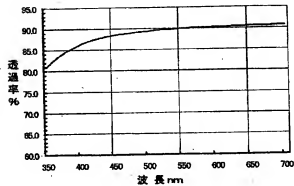
【図1】



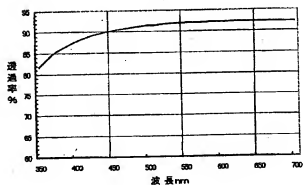
【図2】



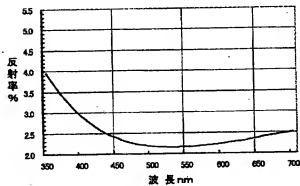
【図3】



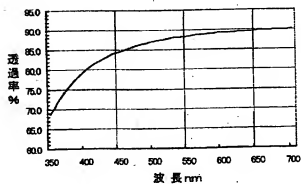
【図4】



【図5】

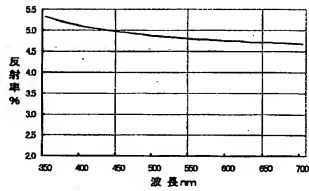


【図7】



(6)

【図8】




---

フロントページの続き

Fターム(参考) 4M118 AA10 AB01 BA09 CA02 EA20  
 FA06 GB03 GB07 GB11 GC08  
 GD04 GD07  
 5C024 AA01 CA00 EA04 EA08 FA01  
 GA01  
 5F088 BA01 BB03 EA06 HA02 HA20  
 JA12 LA03